Ist die Lachgasnarkose in der zahnärztlichen Praxis auf Grund der ausländischen Literatur unbedenklich als ungefährlich zu bezeichnen?

Inaugural-Dissertation

verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Ruprecht-Karls-Universität
in Heidelberg

zur Erlangung der zahnärztlichen Doktorwürde
vorgelegt von

Dr. jur. Albert Krause
Zahnarzt.

Heidelberg 1929.

Malstatt-Burbacher Handelsdruckerei, G. m. b. H.
Saarbrücken 5.

Ist die Lachgasnarkose in der zahnärztlichen Praxis auf Grund der ausländischen Literatur unbedenklich als ungefährlich zu bezeichnen?

Inaugural-Dissertation

verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Rupprecht-Karls-Universität
in Heidelberg

zur Erlangung der zahnärztlichen Doktorwürde
vorgelegt von

Dr. jur. Albert Krause
Zahnarzt.

Heidelberg 1929.

Malstatt-Burbacher Handelsdruckerei, G. m. b. H.
Saarbrücken 5.

„Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität Heidelberg."

Dekan:
Prof. Dr. Sachs

Referent:
Prof. Dr. Blessing

1929.

Inhalt.

Inhalt.

A.

Die Allgemein-Narkose, welche bereits im Laufe des 19. Jahrhunderts eine Hauptstütze der Zahnheilkunde bildete, ist heute zweifellos in ihrer Bedeutung für die Praxis herabgemindert. Denn neuerdings steht der Allgemeinanästhesie die Lokalanästhesie gegenüber, welche infolge ihres weitgehenden Ausbaues und der bedeutenden Verbesserung ihrer Methodik während der letzten 15 Jahre die Allgemein-Narkose in der Mund- und Kieferchirurgie in vielen Fällen entbehrlich gemacht hat.

Immerhin ist aber trotz der hervorragenden Ergebnisse der örtlichen Betäubung die Indikationsfrage der Allgemein-Narkose in der Zahn- und Mundchirurgie unbedingt zu bejahen. Der Praktiker hat in erster Linie zu berücksichtigen, daß die Injektion in entzündlich infiltriertes Gewebe ein schwerer Fehler ist. Daher verlangen vor allem schwere phlegmonöse Prozesse und Abszesse die Vollnarkose. Abgekapselte Mundbodenabszesse und Osteomyelitiden, die vornehmlich den Unterkiefer befallen, können nur dann unter Leitungsanästhesie operiert werden, wenn die entzündliche Infiltration der Weichteile die Einstichstellen zur Injektion noch nicht erreicht hat oder wenn diese noch ohne Schmerz palpiert werden können. In diesen Fällen handelt es sich, abgesehen von der durch die Injektion hervorgerufenen Gefahr auch darum, dem häufig schon entkräfteten und psychisch heruntergekommenen Patienten die Wohltat einer Narkose zuteil werden zu lassen und nicht seine Willenskraft durch den Eingriff einer perkutanen Leitungsanästhesie noch weiter besonders zu beanspruchen. Ferner gehören hierher alle Fälle, die mit hochgradig entzündlicher Kieferklemme einhergehen sowie die perimaxillären und submaxillären Phelgmonen, paratonsilläre Abszesse und ähnliches. Schließlich noch besonders Fälle bei ungebärdigen Kindern, die durch irgendwelche Beeinflussung nicht zu beruhigen sind. Gar nicht selten lehnen auch ängstliche Patienten allein wegen des immerhin schmerzhaften Einstichs die Lokalanästhesie überhaupt ab. Aus allen diesen Gründen erhellt, daß die Narkosenkunst auch heute noch zu dem Aufgabenkreis des Zahnarztes gehört. Sein Interesse an einer möglichst ungefährlichen All-

gemeinbetäubung ist noch eben so groß, wie vor etwa hundert Jahren, als die Entdeckung der Narkose und ihre erste Veröffentlichung von Zahnärzten in die Wege geleitet wurde.

Verfasser will nun, indem er sich der Forderung der Neuzeit nach einer ungefährlichen Narkose nicht verschließt, zur Frage der Wiedereinführung der Stickoxydulnarkose in Deutschland mit der vorliegenden Arbeit Stellung nehmen und auf Grund der zahnärztlichen Aeußerungen der ausländischen Literatur die Frage der Gefährlichkeit bezw. der Ungefährlichkeit der Stickoxydulnarkose zu beantworten versuchen.

B.

a) Dazu bedarf es zunächst einer kurzen Beleuchtung des Narkoseverfahrens mit den 3 heute gebräuchlichsten Narkotika, dem Chloroform, Aether und Chloräthyl.

Das Narkosechloroform (Trichlormethan), eine farblose Flüssigkeit von eigenartigem Geruch und süßlichen Geschmack, wird wegen seiner Zersetzungsgefahr sofort nach Herstellung in braune Flaschen von 60 ccm Inhalt gefüllt und unter festem Verschluß aufbewahrt.

Die heutigen Verfahren der Chloroformdarreichung lassen sich alle teilen in die beiden Gruppen der Chloroform-Tropfnarkose und der Chloroformnarkose mit Apparaten. Den Kernpunkt aller Verfahren bildet die Forderung, mit den Chloroformdämpfen stets eine reichliche Menge frischer Luft zuzuführen, wegen der bekannten Tatsache, daß zu konzentrierte Verabreichung die schwersten Gefahren mit sich bringt. Die Chloroformierung mit kleinen, aber ununterbrochenen Dosen ist, obwohl sie schon 1860 von Simpson empfohlen, in Deutschland erst allgemeiner angewendet worden, nachdem 1891 Zuckerkandl auf Grund der Erfahrungen an der Klinik von Dittels dafür eingetreten war.

Die Maske, eine wichtige Vorbedingung für eine gute Tropfnarkose muß derart gestaltet sein, daß trotz Aufliegens der Maske eine durchaus reichliche Luftzufuhr möglich ist. Allen Anforderungen genügt die Maske von Schimmelbusch. Sie ist eine Verbesserung der Esmarch'schen Maske, bestehend aus zwei durch

Scharniere verbundenen Drahtgestellen, zwischen die man auswechselbar eine mehrfache Lage Mull festklemmt. Sie bedeckt Nase und Mund, während die Augen frei bleiben. Denn während der Narkose ist mit ständiger Aufmerksamkeit darauf zu achten, daß das Stadium der reaktionslosen, stecknadelkopfgroßen Pupille erhalten bleibt.

Da nicht die Gesamtmenge des verbrauchten Chloroforms, sondern die Menge in der Zeiteinheit, also die zu hohe Konzentration, die typischen Gefahren der Chloroformnarkose mit sich bringt, so soll man auch im Beginn der Narkose es vermeiden rasch zu tropfen bis das Toleranzstadium erreicht ist. Meist kommt man dann während dieses Stadiums mit minimalen Mengen von Chloroform aus und ist selbst zeitweises Unterbrechen des Auftropfens häufig geraten. Abgesehen von der Chloroformnarkose durch Apparate, die übrigens ganz ähnliche Grundsätze verfolgt, wie die Tropfnarkose, ist auf Grund der bisherigen Erfahrungen zu sagen, daß eine Chloroformnarkose in einer anderen Art als der der Tropfnarkose, gegenwärtig als ein Kunstfehler bezeichnet werden muß. Tatsächlich ist es, wie die Praxis lehrt, bei keinem anderen Verfahren so leicht und einfach, dem Bedürfnis des Augenblicks entsprechend zu individualisieren.

Das Bestreben der Praxis in jedem Augenblick der Narkose die Möglichkeit zu haben, zahlenmäßig die Konzentration des Chloroform-Luftgemisches festzustellen, hat zur Konstruktion zahlreicher Chloroformapparate geführt. Während jedoch die einfacheren von ihnen für die genaue Dosierung kaum mehr leisten als die Tropfnarkose, sind die zuverlässigen Apparate selbst für die günstigen Verhältnisse eines Krankenhauses meist zu kompliziert. Auch muß zugegeben werden, daß alle diese Apparate die typischen Chloroformgefahren nicht beseitigen; selbst der letzthin von den Drägerwerken für die Sauerstoff-Chloroform-Narkose konstruierte Apparat bildet in dieser Hinsicht keine Ausnahme.

Unbestritten bedeutet jede Chloroformnarkose für den Körper eine Vergiftung, die gewissermaßen auf jedes Organ, wenn auch in erster Linie auf Lunge und Herz, von eminentem Einfluß ist. Nach Untersuchungen von Pohl und Nicloux, wird das Chloroform nach seinem Uebertritt aus den Lungenalveolen in das Kapillarenblut von den roten Blutkörperchen gebunden und schwer wieder abgegeben. Dabei beruht das Bindungsvermögen der roten Blutkörperchen auf ihrem Gehalt an Cholesterin und Lezithin. Pohl fand, daß die letale Konzentration im Blute nahe der therapeutischen lag. Als Giftwirkung treten fettige Degeneration im Myocard, in der Leber und in den Nieren auf, welche schnell vorübergehen, aber tötliche Störungen nach sich ziehen können, wenn diese Organe schon vorher erkrankt waren. Auch der Kreislauf wird

im Sinne einer Blutdrucksendung schädigend beeinflußt, die einerseits durch ein Erlahmen des Herzmuskels, andererseits durch eine Lähmung des vasomotorischen Zentrums bedingt ist. Diese wiederum sind eine Folge der schweren Veränderungen, die das Chloroform in Gestalt von fettiger Entartung an den nervösen Organen des Herzens als auch an seinem Parenchym hervorruft. Auch gegenüber den Atmungsorganen kann das Chloroform seine zellschädigende Wirkung nicht ganz verleugnen. Zwar ist das Chloroform vor dem Aether insofern im Vorteil, daß es nicht zu so starker Speichelabsonderung führt und daher die Gefahr der Aspiration von Mundsekret in die tieferen Luftwege leichter zu vermeiden ist; doch wäre es falsch, insbesondere bei Lungenerkrankungen, das Chloroform für weniger gefährlich zu halten, als den Aether. Wie die Erfahrungen der Praxis in dieser Beziehung gelehrt haben, sind vom Chloroform wegen seiner größeren Giftigkeit eher Zellschädigungen zu erwarten als vom Aether.

Auch die Nebennieren können, besonders wegen ihres großen Fettgehaltes, durch die Chloroformierung Schädigungen erleiden. Auf den infolgedessen häufig auftretenden Mangel an Adrenalin führt man eine große Anzahl von Todesfällen zurück, die unter den Erscheinungen der Herzschwäche häufig nach Operationen auftreten.

Der plötzliche Herzstillstand, welcher sich einstellt, wenn der Gehalt der Inspirationsluft von Chloroform etwa 3 Prozent beträgt, beruht auf Reizung des vagus — Zentrums. Die lebensgefährlichen Störungen stellen sich hauptsächlich in doppelter Form dar: als Chloroform-Synkope und Chloroform-Asphyxie. Bei ersterer hören Puls und Herzschlag plötzlich auf, während die Respiration unregelmäßig wird und bald erlischt.

Zu den plötzlichen synkopischen Todesfällen gehört der sogenannte Nachtod, der noch nach vielen Tagen als Folge der Chloroformnarkose auftreten kann. Bei der Chloroform-Asphyxie sistiert dagegen die Atmung vor dem Herzschlag und zwar entweder plötzlich oder nach Voraufgehen von Atemstörungen, die sich bis zum Bilde mechanischer Erstickung steigert.

Die Ausscheidung erfolgt zum größten Teil in der Form von Chloriden durch den Harn, nur etwa der dritte Teil wird als solches unverändert durch die Respiration oder durch den Harn ausgeschieden.

Den tiefgehenden und zellschädigenden Wirkungen des Chloroforms ist vor allem dadurch zu begegnen, daß man die Menge des eingeatmeten Chloroforms nach Möglichkeit einschränkt durch Verabreichung geringer Konzentrationen und durch Verminderung der Zeitdauer der Narkose. Gerade in Fällen länger dauernder Chloroformnarkosen ist klinisch und durch pathologisch-anatomische

Beobachtungen an Menschen und Tieren einwandfrei festgestellt, daß das Chloroform Schädigungen hervorruft, wie sie sich bei Vergiftungen mit schwersten Protoplasmagiften, Phosphor und Arsen, einzustellen pflegen.

Auf Grund der bisherigen Feststellungen ist daher die Forderung berechtigt: Chloroform sollte als alleiniges Narkotikum vermieden werden; vor allem grundsätzlich bei allen kleinen operativen Eingriffen, weil es im Vergleich zum Eingriff zu gefährlich ist.

Die Aethernarkose ist hingegen bezüglich ihrer Wirkungsweise und ihren Gefahren weit günstiger zu beurteilen. Seit Veröffentlichung ihrer Anwendung durch den Zahnarzt Morton im Jahre 1846 hat sie der Chloroformnarkose immer erfolgreicher den Rang streitig gemacht und steht heute auf dem Gebiete der Narkosemittel wohl an erster Stelle.

Die Technik der Aethernarkose kennt zwei Methoden, die „geschlossene“ und die „offene“. Die erstere, welche mit der „Erstickungsnarkose“ dem Grundsatz folgte, möglichst hohe Konzentrationen des Aether-Luftgemisches zu verwenden, ist jedoch heute von der Praxis aufgegeben. In neuerer Zeit ist man, hauptsächlich durch die Arbeiten von Witzel beeinflußt, zu den „offenen Methoden“ übergegangen und ist in der heutigen chirurgischen Praxis die Methode der Aethertropfnarkose nahezu die alleinherrschende geblieben. Ausgeführt wird sie in verschiedenen Verfahren z. B. nach Witzel, nach Wagner-Longard, Sudeck und als „Gaze-Aether-Methode“. Die Technik des Aetherrausches bestehend in der Ausnützung des Stadium analgeticum, knüpft sich an den Namen Sudeck, der ihn 1901 erstmals empfahl.

Außer der anästhesierenden Wirkung des lipoidlöslichen Aethers, welche zustande kommt durch seine Einwirkung auf das Zentralnervensystem, besitzt der Aether noch weitere Wirkung auf das Blut, auf die Kreislauforgane, auf die parenchymatösen Organe und auf den Stoffwechsel des Körpers. Die hierdurch bedingten Gefahren und Schädigungen sind jedoch im allgemeinen weit weniger ausgeprägt als die oben erwähnten, durch Chloroform ausgelösten Schädigungen. Zwar kommt es unter der Aetherwirkung auch zu einer Schädigung der roten Blutkörperchen; sie ist aber so gering, daß sie praktisch nicht in Frage kommt. Eine fettige Degeneration des Myocards und der Leber kann ebenfalls auftreten; auch stark verringerte Harnmenge und Albuminurie wurden gelegentlich beobachtet. Diese Veränderungen sind jedoch nicht geeignet, das Leben zu bedrohen. Bei der Aethernarkose ist vielmehr von Bedeutung

die starke Reizung der Respirationsorgane und der Speicheldrüsen, die vor allem Veranlassung zu den gefürchteten Aetherbronchitiden und — pneumonien gibt. Jedoch sind diese Schwierigkeiten nahezu überwunden, da man heutzutage imstande ist, die Speichelabsonderung mit Atropin oder Skopolamin zu beschränken und durch Vorbereitung mit Morphium und dessen Ersatzmitteln an Aether zu sparen und mit geringen Konzentrationen zu arbeiten.

Die einzig ernsthafte Gefahr, welche bei der Aethernarkose durch die spezifisch-toxische Aetherwirkung droht, ist nach dem Urteil der Praxis die Asphyxie. Diese, durch zu starke Indoxikation des Atemzentrums zentral bedingte Asphyxie, kündigt sich an durch allmähliche Verflachung der Atemzüge; gleichzeitig zeigt sich eine zyanotische Verfärbung des Gesichts. Die Asphyxie ist hier jedoch, anders als beim Chloroform, weniger gefährlich; denn nach sofortiger Beseitigung der Aetherzufuhr gelingt es leicht, eventuell mit wenigen künstlichen Atembewegungen, die spontane Atmung wieder herzustellen und die Zyanose zu überwinden. Auf den ruhigen Fortgang der Atmung ununterbrochen das Augenmerk zu richten, ist daher erstes Gebot bei der Aethernarkose. Von geringerer Bedeutung ist hingegen das Fühlen des Pulses, sowie die Reaktion und Weite der Pupillen, weil sie keinen zuverlässigen Maßstab für die Tiefe der Narkose geben.

Daß der gefährdende Einfluß des Aethers auf den menschlichen Organismus ungleich geringer ist, als der des Chloroforms, ergibt auch die Statistik der Todesfälle. Danach kommt ein Todesfall auf 5112 Aethernarkosen gegenüber 2075 Chloroformnarkosen. Zu beachten ist ferner, daß nach Berichten von Martin unter den seit 20 Jahren in der Klinik von Geheimrat Bier ausgeführten zirka 17 000 Aethernarkosen nicht ein Todesfall zu verzeichnen war.

Wie die Praxis lehrt, ereignen sich die meisten Unglücksfälle in der Chloroform- und Aethernarkose bei kleinen Operationen, für die man z. B. in der zahnärztlichen Praxis rasch und ohne genügende Assistenz kurzdauernde Anästhesie erzielen will. Es war deshalb ein Fortschritt, als man zur raschen Herbeiführung kurzdauernder Narkosen zur Verwendung des Aetherrausches bezw. des Chloräthylrausches überging.

Da nach den vorangehenden Ausführungen eine Stellungnahme zum Aetherrausch als einer bis zum Stadium analgeticum reichenden Aethernarkose sich erübrigt, bedarf es nur noch des Eingehens auf den Chloräthylrausch.

Das Chloräthyl (aetherchloratus) ist eine klare, überaus flüchtige Flüssigkeit von eigenartigem Geruch. Sein Siedepunkt liegt bei etwa 12 Grad. In den Handel kommt es für den speziellen Zweck der Inhalation in Glastuben, die mit sinnreich eingerichteten Verschlüssen versehen sind.

Zahnärzte begannen mit der systematischen Anwendung des Chloräthyls für kurze Narkose, nachdem es sich für die Lokalanästhesie längst Eingang verschafft hatte. Es hat Anwendung gefunden sowohl als Chloräthylrausch, für kurzdauernde Narkosen in Form der Chloräthyl-Sauerstoff-Narkose und zur Einleitung für die Aether- und Chloroformnarkose.

Das Chloräthyl erzeugt eingeatmet mit großer Schnelligkeit Narkose, die aber sobald die Zufuhr unterbrochen wird, infolge der großen Flüchtigkeit des Mittels ebenso schnell wieder verschwindet. Die Einführung des Chloräthylrausches in die Praxis ist verknüpft mit den Namen Herrenknecht und besonders Kulenkampf. Kulenkampf, der Gegner der tiefen Narkose mit Chloräthyl ist, wendet nur das Stadium analgeticum an und vermeidet dabei jede Maske. Auf ein 6 8fach zusammengelegtes Stück Mullbinde gibt er das Chloräthyl tropfenweise auf, um auf alle Fälle Ueberdosierung und Vollnarkose zu vermeiden. Der Rausch tritt nach $\frac{1}{2}$ $\frac{3}{4}$ Minute ein und hält etwa 3—4 Minuten an, bei Verbrauch einer Dosis von durchschnittlich 30—60 Tropfen, bei Männern 80—100 Tropfen und mehr. Der Rausch kann in derselben Sitzung mehrfach wiederholt werden. Wichtig ist dabei jedoch immer, daß nicht etwa zu tiefer Narkose übergegangen wird.

Herrenknecht hat zwar mit der von ihm verbesserten Esmarch'schen Maske eine Unterhaltung der Chloräthylnarkose bis zu 20 Minuten bewerkstelligt, indem er seine Maske ruhig liegen ließ und immer von neuem aufspritzte, wenn der Patient zu reagieren anfing. Nach den heutigen Erfahrungen ist jedoch festgestellt, daß das Chloräthyl bei tiefer Narkose selbst von kurzer Dauer ebenso gefährlich ist, wie das Chloroform. Bemerkenswert sind die Beobachtungen von Müller, der fand, daß das Chloräthyl auf die parenchymatösen Organe fast ebenso wirkt, wie das Chloroform und der die Gefahren des Chloräthyls selbst bei kurzer Narkose für groß ansieht, sofern im Herzen oder in einem der anderen gefährdeten Organe schon vorher fettige Entartung vorhanden ist. Wie beim Chloroform erfolgt nach Lotheisen bei Chloräthyl der Tod unerwartet und blitzartig und zwar häufig bei ganz unbedeutenden Eingriffen. Er schätzt die Mortalität beim Chloräthyl auf 1:17000.

Nach Maas und Kuhlenkampf ist als ungefährlich zu bezeichnen der Chloräthylrausch nur bei ängstlicher Vermeidung jeder

tiefen Narkose und unter Benutzung eines Verfahrens mit reichlichem Luftzutritt, nämlich des Auftropfens lediglich auf eine mehrfache Gazeschicht.

Eine Ausnahme bildet die Narkose unter Kombination von Sauerstoff und Chloräthyl mit Hilfe des Roth-Dräger-Apparates, wobei dem Sauerstoffstrom vergastes Chloräthyl beigemischt wird.

Da das Chloräthyl rasch und ohne nennenswertes Anfangsstadium Narkose erzeugt, hat man es auch häufig zur Einleitung der Inhalationsnarkose mit Aether oder Chloroform verwendet. Da es jedoch als Narkosemittel um vieles gefährlicher ist als der Aether, ist man davon abgekommen. Auch wird neuerdings ein rasches und angenehmes Einschlafen des Patienten, sowie eine Ersparnis an Aether und damit Herabminderung von Nachwirkungen besser erreicht durch vorherige, subkutane Einspritzung von Atropin-Morphium, Skopolamin oder Pantopon-Skopolamin.

Dem Chloräthylrausch gebührt nach Kulenkampf vor dem Aether der Vorzug wegen seiner Schnelligkeit und der Reizlosigkeit in der Wirkung und nicht zuletzt wegen der Einfachheit der Anwendungsweise. Irgendwelche Störungen oder Nachwehen werden in der Praxis selten beobachtet, höchstens etwas Schwindel und Brechreiz, kaum aber wirkliches Erbrechen.

In das Indikationsgebiet des Chloräthylrausches fallen alle Eingriffe, welche sich binnen weniger Sekunden ausführen lassen, die jedoch sehr schmerzhaft sind, sich für örtliche Betäubung aber nicht eignen.

---

b) N_2O-Stickoxydul - nitrogenium oxydulatum ist ein farb- und geruchloses Gas mit dem spezifischem Gewicht 1,327. Es ist von süßlichem Geschmack und leicht im Wasser löslich, nicht brennbar, unterhält aber die Verbrennung, da es in der Hitze in Stickstoff und Sauerstoff zerfällt. Es siedet bei — 55 Grad und erstarrt bei — 115 Grad. Unter Druck von 30 Atmosphären oder bei — 88 Grad kann es zu einer farblosen Flüssigkeit verdichtet werden und wird daher meist in verflüssigtem Zustande in Stahlzylinder zum Versand gebracht. Der Absorptionskoeffizient beträgt bei 22,9 Grad 0.572 bei 38 Grad Minus 0.383. Nach Siebeck nehmen 100 ccm Blut bei 37 Grad und 760 mm Druck 43 ccm Stickoxydul auf, also etwa 50 Prozent.

N_2O wird hergestellt aus chemisch reinem salpetersaurem Ammoniak durch Erhitzen. Ein Kilo des Salzes gibt etwa 150 Liter Stickoxydul. Vor der allgemeinen Einführung der heute fast ausschließlich verwendeten Zylinder mit komprimierten Gasen mußte sich

der Arzt das Stickoxydul selbst bereiten. Nach Angaben von Schrauth bediente man sich dabei der Wulff'schen Reinigungsflaschen, durch die mittels Kalilösung und Kalkmilch die vorhandene Kohlensäure und Chlor gebunden wurden. Bis Ende 1927 wurde das komprimierte Gas ausschließlich in Amerika und England hergestellt; die erheblichen Transport- und Zollkosten erschwerten die Beschaffung und Anwendung. Die J. G. Farbenindustrie in Höchst am Main hat nun auch für Deutschland die Fabrikation des Lachgases aufgenommen und dadurch eine billige Bezugsquelle geschaffen. Das Gas ist jetzt 5 mal billiger als das amerikanische Produkt.

Läßt man einen Menschen Stickoxydul unter Abschluß von Luft einatmen, während die Expirationsluft durch ein Ventil entweicht, so entsteht ein Rauschzustand. Schon nach einer Minute schwindet das Bewußtsein und gleichzeitig mit Cyanose tritt Anästhesie und Muskelerschlaffung ein. Läßt man nun wieder Luft zu, so dauert die Anästhesie noch etwa eine halbe Stunde weiter an. Gibt man jedoch das Gas weiter, so tritt Asphyxie ein. Dieser Vorgang läßt erkennen, daß N_2O wie alle Gase außer Sauerstoff betäubende Wirkung hat.

Diese Wirkung kommt nach Wieland, der sich hier der Erstickungstheorie anschließt, dadurch zustande, daß die Oxydationsprozesse im Gehirn, vornehmlich im Großhirn, gestört werden, durch den auftretenden Sauerstoffmangel. Er vergleicht die Erscheinungen mit den Bewußtseinsstörungen, wie sie bei der Bergkrankheit und bei Ballonfahrten infolge O-Mangel hervorgerufen werden können. Bis heute ist jedoch noch nicht geklärt, auf welche Weise die Störung der Oxydationen im zentralen Nervensystem nach der Einatmung von N_2O zustande kommt.

Wenn von mancher Seite eine narkotische Wirkung des N_2O überhaupt geleugnet wird, da bei längerer Einatmung Erstickung eintrete, so muß darauf verwiesen werden, daß die Bewußtlosigkeit, anders als bei einer Erstickung, in einem noch ungefährlichem Stadium des Erstickungsverlaufes eintritt. Daß es sich bei der Stickoxydulnarkose nicht um eine Erstickung allein handelt, geht auch schon aus dem Fehlen typischer Erstickungskrämpfe hervor, die sich bei Warmblütern bei vollständigem Luftabschluß ohne Zugabe eines Narkotium schon am Ende der ersten Minute einstellen müßte. Bei der Stickoxydulnarkose wird zuerst das Sensorium und die Sensibilität gelähmt, dann erlöschen die Reflexe und erst bei sehr hohen Gaben erfolgt Lähmung des Atemzentrums; das Herz schlägt noch längere Zeit weiter.

Nach Herrmann bringt ein Gemisch von 60 Prozent N_2O + 20 Prozent O beim Menschen deutliche zentrale Störungen in

Form eines rauschartigen Zustandes hervor. Damit wäre also erwiesen, daß Stickoxydul auch dann auf das Gehirn wirkt, wenn das Arterienblut mit O gesättigt ist, daß die betäubende Wirkung allerdings durch die Gegenwart von O herabgemindert wird.

Die Resorption des N_2O in der Lunge geschieht mit großer Leichtigkeit und ebenso leicht vollzieht sich der Uebertritt des Gases aus dem Blute in die Körpergewebe, besonders ins Zentralnervensystem. Dies wird mit einer hervorstechenden physikalischen Eigenschaft dieses Gases im Zusammenhang gebracht, nämlich seiner leichten Löslichkeit in Wasser, die schnell zur Aufnahme einer großen Gasmenge ins Blut führt. Nach Versuchen Siebeck's können 100 ccm Blut 43 ccm Stickoxydul, also fast 50 Prozent aufnehmen. Das Blut muß daher, wenn reines N_2O geatmet wird, bei einem Druck von 760 mm, mit N_2O rasch gesättigt sein. Ebenso nimmt die Sauerstoffmenge im Blut in demselben Maße ab, als es mit N_2O gesättigt wird. Stickoxydul wirkt mithin sauerstoffverdrängend. N_2O wird im tierischen Organismus nicht gespalten und nach ähnlichen Gesetzen, wie denen der Resorption, in unverändertem Zustande aus dem Körper wieder ausgeschieden.

Im Jahre 1800 fand Davy am „Beddos Pneumatic Institution" in Bristol bei näheren Untersuchungen des von Pristley im Jahre 1776 entdeckten Stickoxydul, daß dieses Gas eingeatmet eine fröhliche Stimmung erzeugte. Er gab ihm deshalb den Namen „Lachgas". Gelegentlich eines Selbstversuches stellte er fest, daß seine heftigen Zahnschmerzen, an denen er litt, kurz nach der Inhalation aufhörten und bemerkte so als erster die anästhesierende Wirkung seines Lachgases. Es vergingen aber noch mehr als vier Jahrzehnte, bis das Mittel zu medizinischen Zwecken Anwendung fand. Im Jahre 1844 zog in Amerika der Zahnarzt Wells, nachdem er die anästhesierende Wirkung des Lachgases gelegentlich einer der damals beliebten Schaustellungen kennen gelernt hatte, die ersten Zähne „schmerzlos". Als er das Mittel auch bei größeren Operationen versuchte, stellte es sich heraus, daß es sich nur für kurzdauernde Eingriffe eignete, da es bei längerer Darreichung rein eingeatmet zu einer Erstickung führte. Infolge der kurzen Zeit später erfolgten Entdeckung des Aether und Chloroform mußte das Lachgas diesen Narkosemitteln auf ihrem Siegeszuge durch die Operationsräume Platz machen. Nur für kleinere Eingriffe wurde es von den Zahnärzten seit 1864 in Amerika, seit 1868 in Europa, in ausgedehntem Maße angewandt. Jedoch fehlte es weiterhin nicht an Versuchen, das Lachgas auch für größere Operationen brauchbar zu machen, indem längere Zeit abwechselnd N_2O und Luft oder beides gemischt gegeben wurde, um so die drohende Asphyxie zu vermeiden. Mehr als ein oberflächlicher Rausch wurde dabei jedoch nicht erzielt. Erst die Untersuchungen von Paul Bert

im Jahre 1878 brachten eine eingreifende Aufklärung. Er erkannte die Ursache für die geringe anästhetische Wirkung in dem zu geringen Partialdruck des N_2O, der eine Absorption in das Blut in genügendem Maße nicht aufkommen ließ. Durch Einatmung einer Mischung von $^5/_6$ N_2O und $^1/_6$ O, bei $^1/_5$ Atmosphären Ueberdruck war er aber imstande, vollständige Narkosen von beliebiger Dauer zu erzielen. Bert erbrachte so den Beweis der rein narkotischen Wirkung des Stickoxyduls, jedoch führte seine Erfindung der sogenannten Ueberdruckkammer noch zu keinem praktischen Erfolge der N_2O Narkose, da eine derartig umständliche Einrichtung, wie sie der erforderliche Ueberdruckraum von etwa 30 cbm Größe in welcher der Operationstisch, der Patient und der behandelnde Arzt Platz finden konnten, in der allgemeinen Praxis einfach unmöglich war. Erst gegen Ende des vorigen Jahrhunderts wurde in den Vereinigten Staaten von Nord-Amerika und in England der N_2O Narkose eine größere Aufmerksamkeit entgegengebracht, seitdem 1894 Hewitt mit seinem Lachgas-Sauerstoff-Apparat gute Erfolge erzielte und nunmehr die N_2O-Narkose nach Fertigstellung einfacherer Narkosenapparate ihren Platz in der Chirurgie zu erobern begann. Vor allem war es in Amerika die Mund- und Kieferchirurgie, die an der Ausbreitung der Stickoxydulnarkose besonderen Anteil hatte.

Die zur damaligen Zeit aufkommende Injektionsanästhesie konnte, anders als z. B. in Deutschland, in Amerika keine Wurzel fassen. Hierbei war mitbestimmend, einmal die hergebrachte Meinung, das ein in das Gewebe injiziertes Anästhetikum vergiftender auf den Organismus wirken müsse, als das schnell den Körper wieder verlassende Gas. Zum anderen spielte eine nicht unbedeutende Rolle die gebieterische Forderung des amerikanischen Publikums, daß bei allen schmerzhaften Eingriffen die Wohltaten einer Narkose nicht missen wollte. Die fortschreitende Entwicklung der Technik der Stickoxydulnarkose hat dieser Narkose zu einer gewaltigen Ausbreitung verholfen. In neuester Zeit wird von den amerikanischen Exodontisten und Operateuren die Lachgasnarkose in solcher Häufigkeit angewandt, daß nach den Angaben der amerikanischen Literatur jährlich schon über eine Million Fälle verzeichnet werden. Nach Adrion ist heute die Lachgasnarkose die häufigste aller Narkoseverfahren in Amerika. Charakteristisch beleuchtet wird diese Tatsache noch durch eine Aeußerung von Bevan aus dem Jahre 1911: .... „that a surgical clinic, which does not find frequent use for nitrous oxid, is, from the standpoint of anesthesia, a badly conducted surgical clinic".

In letzter Zeit ist auch in Europa das Interesse für die Lachgasnarkose wieder erwacht. In Holland hat Zaayer in Leiden die Lachgasnarkose zur Einführung gebracht, während in Deutschland

Sudeck in Hamburg und Neu in Heidelberg, anschließend an seine bekannten Versuche aus dem Jahre 1910, den Aufbau der Lachgasnarkose wieder in Angriff genommen haben.

Wie die Geschichte der Lachgasnarkose zeigt, hat diese Narkose seit Beginn des 20. Jahrhunderts im Auslande in ihrer Ausbreitung in bedeutendem Maße zugenommen, und zwar in Verbindung mit den Erfolgen auf dem Gebiete des Apparatebaues. Bevor jedoch auf dieses Gebiet eingegangen wird, soll noch vorher allgemein der Ablauf einer Lachgasnarkose dargestellt werden. Trotz verhältnismäßig umfangreicher Apparatur gestaltet sich der Ablauf einer Stickoxydul-Sauerstoffnarkose im allgemeinen sehr ruhig. Da das Gas fast vollkommen geruchlos ist, erfolgen seitens des Patienten keinerlei Abwehrbewegungen, sondern er folgt willig der Aufforderung, ruhig und tief zu atmen. Bereits nach wenigen Atemzügen macht sich die Wirkung des Gases bemerkbar. Teils empfindet der Kranke Brausen und Trommeln in den Ohren, teils macht sich ein erhöhtes Wärmegefühl und ein Gefühl außerordentlicher Leichtigkeit in den Gliedern, letzteres infolge Verlustes des Muskelgefühls, bemerkbar. Mit dem Gefühl der Atemerleichterung tritt sodann ein oberflächlicher Rauschzustand mit herabgesetzter Empfindlichkeit gegen schmerzhafte Eindrücke ein, weniger jedoch in Bezug auf das Tastvermögen. In diesem „ersten Stadium“ wird die Exzitation meist schon übersprungen. Ein Exzitationsstadium findet sich meist nur und zwar ganz selten bei Alkoholikern und besonders aufgeregten Personen; bei diesen ist die vorherige Verabreichung eines Beruhigungsmittels erforderlich (Morphium, Skopolamin, Pantopon). Hieran schließt sich das zweite Stadium (Stadium analgeticum) an, welches normalerweise eine genügend tiefe Narkose liefert. Bei erhaltenen Reflexen ist hier die Atmung mehr automatisch und etwas schneller als normal. Die Beobachtung derselben bietet den zuverlässigsten Anhalt für den gesicherten Verlauf der Narkose, die mit den modernen Apparaten im Stadium analgeticum beliebig lange erhalten werden kann. Im dritten Stadium wird die Atmung unregelmäßig, schnarchend, bei verlängertem Expirium und Auftreten leichter Cyanose. Bei Auftreten starker Cyanose infolge Ueberladung mit N_2O quittiert die Atmung mit unregelmäßigem Rhythmus, der Gesichtsausdruck wird erregt. Mit diesem Zeichen des drohenden Atemstillstandes beginnt das vierte Stadium der Asphyxie mit folgendem Herzstillstand — also der Zeitpunkt, in welchem durch sofortige Sauerstoffzufuhr der Sauerstoffhunger des Patienten ausgeschaltet werden muß. Zu beachten ist, daß der Cornealreflex nicht erlischt und das die Pupillensymptome unsicher sind. Allein die Atmung eventuell noch die Gesichtsfärbung des Patienten dienen zur Kontrolle der Narkosengefahr.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß der geschilderte Normalverlauf der Lachgasnarkose nur erreicht worden ist, auf Grund der fortschreitenden technischen Ausbildung der Narkoseapparate die heute den physiologischen Bedingungen ihres Verwendungszweckes mit größter Vollkommenheit angepaßt sind. Eine eigentliche Apparatetechnik setzte erst ein, als Bert durch seine Untersuchungen festgestellt hatte, daß eine Mischung von N_2O plus 20 Prozent O nur bei Ueberdruck zu einer vollkommenen Anästhesie führt. Seither konstruierte man Apparate, bei denen die Mischung von Stickoxydul und Sauerstoff von der die Narkosentiefe abhängt, regulierbar wurde. Das Gasgemisch wurde dem Patienten in kontinuierlichem Fluß zugeführt. Jedoch war eine Kontrolle über die Gasmenge, die der Patient tatsächlich eingeatmet hatte, ebenso unmöglich wie das Konstanterhalten des erforderlichen Ueberdruckes. Infolgedessen waren häufige Narkosestörungen mit den damit eintretenden Gefahren unvermeidlich.

Erst als man davon abging, das Gasgemisch in kontinuierlichem Fluß zuzuführen, begann die Blütezeit der modernen Narkosentechnik. Die modernen Apparate zeichnen sich aus durch eine intermittierende Gaszuführung. Das Gas wird nur während der Inspiration zugeführt, während die Zufuhr in der Expirationsperiode und in der Atempause aussetzt. Mit diesen Apparaten wird erreicht, daß während der ganzen Narkosedauer das einmal eingestellte Gasgemisch und der Gasdruck konstant bleiben, wobei trotzdem dem Narkotiseur die Möglichkeit gegeben ist, jederzeit bei eintretender Cyanose das Mischungsverhältnis zu ändern und reinen Sauerstoff zuzuführen. Für eine tiefe Narkose ist außerdem noch eine Zusatzvorrichtung vorhanden (Ether vaporizer), die bei mangelnder Muskelentspannung die Zuführung von Aether und so eine Stickoxydul-Sauerstoff-Aethernarkose mit ausgedehnter Toleranz gestattet. Die nach diesen Grundsätzen erbauten Apparate trugen wesentlich dazu bei, das allgemeine Vertrauen zur Lachgas-Sauerstoffnarkose wieder zu stärken. Von den verschiedenen Typen seien hier besonders genannt die Apparate von Teter, Kesson, Cotton, Boothley und vor allem Gatch. Auf letzteren ist die Einführung des „rebreathing" zurückzuführen. Gatch wie auch Cotton legte besonderen Wert auf die Wiedereinatmung der kohlesäurehaltigen Ausatmungsluft, weil die durch die Kohlensäure vertieften Atemzüge mehr Stickoxydul und Sauerstoff in den Lungen mit dem Blute in Berührung brächten. Auch sei man in der Lage, mit der Sauerstoffbeimengung herunterzugehen, ohne doch die Arterialisierung des Blutes zu gefährden, weil auf diese Weise eine größere Gasmenge eingeatmet werde. Besonders zum Schluß tritt Gatch für die Verwendung von Kohlensäure ein, weil durch die vertiefte Atmung schnelles Erwachen eintrete. Mit diesem Verfahren, welches

1910 im Johns Hopkins Hospital zur Anwendung kam, führte man Narkosen bis zu 5 Stunden Dauer aus. Dabei ereigneten sich zwei Todesfälle unter 2500 Fällen in zwei Jahren.

Die neuesten amerikanischen Narkoseapparate sind naturgemäß mit sämtlichen Hilfsmitteln der Narkosetechnik ausgerüstet. Durchweg zeichnen sie sich deshalb durch ziemlich komplizierten Bau aus, was bei den vielseitigen Anforderungen, die man an sie stellen muß, kaum anders sein kann. Von den verschiedenen in Gebrauch befindlichen Modellen haben sich besonders bewährt der Apparat der Heydbrink Company, Miniapolis und der von der Firma S. S. White, die den heutigen Abschluß im Bau der Lachgas-Narkotisierungsapparate in Amerika bilden.

Durch die großen amerikanischen Erfolge angeregt, ist man auch in Europa vereinzelt zur Wiederaufnahme der Lachgasnarkosemethoden geschritten. In Deutschland unternahm Neu, Heidelberg, im Jahre 1910 den Versuch, die Lachgas-Sauerstoffnarkose für größere Operationen in die Frauenklinik einzuführen. Er bediente sich eines Apparates der deutschen Rotawerke in Aachen, bei welchem man an dem „Rotamesser" in jedem Augenblick die Menge des in der Zeiteinheit ausströmenden Gases ablesen konnte. Er benutzte auch das Prinzip der Wiederatmung. Eine wichtigste Vorbedingung für das gute Gelingen war allerdings der Dämmerschlaf, wegen des mangelnden inspiratorischen Ueberdrucks. Die Versuche Neu's, die durch den Weltkrieg unterbrochen wurden, fanden dann ihre Fortsetzung durch Zaayer-Meiß in Holland. Diese bemühen sich seit dem Jahre 1923 an der chirurgischen Universitätsklinik zu Leiden um die Wiedereinführung der Lachgasnarkose. Bei ihren Versuchen vermieden Zaayer und seine Mitarbeiter absichtlich den Gebrauch amerikanischer Apparate, nicht nur wegen ihres hohen Preises, sondern wegen ihres komplizierten Baues mit den vielen Defektquellen.

Zaayer verzichtet von vornherein auf eine besondere zahlenmäßige Dosierung. Da der beste Wertmesser für die Narkose das Aussehen des Patienten bildet, wie auch Dumont, Gatch, Cotton und Bowthy betonen, so ist nach seiner Ansicht die Gesichtsfarbe der beste Anzeiger und muß daher die prozentuale Verteilung von N_2O und O_2 individuell angepaßt werden. Wird der Patient cyanotisch, so genügt nach Zaayer die verstärkte Zugabe von Sauerstoff oder eine Verminderung der Zuführung von Stickoxydul, um in wenigen Sekunden die Cyanose zu beseitigen. Ist dagegen die Gesichtsfarbe rosig, die Pupillen-Reaktion erhalten, der Puls gut, aber die Narkose nicht tief, so ist dies nach Zaayer auf eine zu große Zufuhr von Sauerstoff zurückzuführen; diese ist dann zu vermindern. Eine Ueberdruckfrage existiert für Zaayer nicht, da

nach seiner Ansicht die heutige N_2O-Narkose an sich ein Ueberdruckverfahren bildet. Die Technik nach Z a a y e r - M e i ß gestaltet sich wie folgt: Um die Lachgasnarkose durchzuführen, werden aus zwei Stahlzylindern das zur Narkose notwendige N_2O, teils das zur Erhaltung der Atmung erforderliche O_2-Gas nach passieren einer Vorwärmeflasche und Ansammlung im Sparbeutel unter Ueberdruck dem Patienten zugeführt, welcher das Gasgemisch unter einer luftdicht abschließenden Weichgummimaske, die an dem Kopf befestigt ist, einatmet. Ein zwischen Vorwärmer und Maske eingeschalteter Ballon nimmt den Ueberdruck des aus dem Stahlzylinder ausströmenden Gases auf und sorgt für die gleichmäßige Zuführung. Ausgeatmet wird das Gas zum kleinen Teil durch ein an der Maske angebrachtes Ventil oder es wird durch den Ueberdruck-Regulator (Wasserstandrohr) an die Luft abgegeben; zum Teil wird es wieder eingeatmet. Zwischen Vorwärmer und Maske ist ein zweiter Behälter mit Aether eingeschaltet. Gelegentlich notwendiger Vertiefung der Narkose wird das N_2O-Gemisch durch diesen Behälter geleitet, aus welchem es kleine Mengen des Aethers mitreißt, die aber schon in äußerst geringer Menge genügen, um die Narkose stark zu vertiefen.

Ein Hauptbestandteil ist die Gesichtsmaske, denn von ihrem luftdichten Abschluß hängt die Sicherheit der Narkose und ihr glatter und ungestörter Verlauf ab. Undichtigkeit ist ein Hauptgrund für ungenügende Narkosentiefe, die nur zu leicht zu Ueberdosierung bzw. zur Aetherzugabe verleitet. Am besten bewährt hat sich in der amerikanischen Praxis die T i s s o t m a s k e, diese ist ebenso schnell anzulegen als zu entfernen, verschiebt sich nicht infolge der Kopfbewegungen seitens des Kranken und benötigt zu ihrem Sitz weder eines Gurtes noch störender Kopfringe. — Bei kurzdauernder Rauschbetäubung wird ausnahmsweise eine mit pneumatischem Rand versehene Celluloidmaske angewandt, die dem Gesicht aufgedrückt wird und momentan entfernbar ist. Dieselben Vorzüge hat auch die Rubbermaske, welche teilweise plastisch ist.

Wenn Enthusiasten für das Stickoxydul behauptet haben, daß es Kontrainkationen bei ihm nicht gebe, und daß man es anwenden dürfe, ohne sich um den Zustand der inneren Organe des Patienten sonderlich zu kümmern, so ist das wohl zu weit gegangen. So weit diese Autoren nur solche Fälle im Auge hatten, bei denen es sich um ganz kurz dauernde Eingriffe handelt, kann man ihnen unbedenklich zustimmen. Ueber die Indikation der Lachgas-Sauerstoffnarkose bei längeren Operationen sind jedoch die Ansichten in der Literatur geteilt. So sind die Erfahrungen bei

Policythämikern nicht immer günstig gewesen. Auch eignen sich Frauen besser als Männer für diese Art Narkose.

Immerhin scheint die mit genügender Vorsicht und ausgebildeter Technik verabreichte Stickoxydul-Sauerstoff-Narkose in der Tat auch da noch anwendbar zu sein, wo nach allgemeinem Urteil jede andere Narkose verboten oder wenigstens mit größter Gefahr verbunden ist. Es fehlt in der Literatur nicht an Angaben, welche zur Anwendung der Stickoxydul-Sauerstoff-Narkose sogar bei Nierenerkrankungen, Diabetikern, Alkoholikern, Septischen, Fettsüchtigen sowie bei Lungen- und Herzkranken aller Art ermutigen. So tritt bei Alkoholikern das Excitationsstadium schon deshalb bei Lachgas seltener auf, weil hier ja schon in wenigen Minuten tiefe Narkose erzeugt wird. Ferner stellt eine vorhandene Infektionskrankheit keine Kontraindikation dar, weil die Phagozyten von dem Lachgas nicht beeinflußt werden. Warum gerade Policythämiker und muskelkräftige Individuen sich im allgemeinen mit Lachgas weniger befriedigend narkotisieren lassen, liegt nach Hesse daran, daß das Stickoxydul überhaupt ein schwaches Narkotikum ist. Diese Menschen empfinden die Verminderung der Sauerstoffzufuhr viel eher als Sauerstoffmangel als Patienten mit an sich herabgesetztem Stoffwechselumsatz. Sie werden daher leicht kurzatmig, erbrechen und spannen oft enorm. Dazu neigen sie fast immer zur Cyanose.

Infolge der Herabsetzung der Sauerstoffzufuhr auf 15 Prozent wird eine vermehrte Herzreaktion und somit eine Steigerung des Blutdrucks im arteriellen System bedingt, eine Erscheinung, die natürlich bei Patienten mit an sich erhöhtem Blutdruck unerwünscht ist. Was die Fettleibigen angeht, so sind sie nach den gemachten Erfahrungen nur dann der Lachgasnarkose schwer zugänglich, wenn sich die Fettleibigkeit mit dem apoplektiformen Habitus vereinigt. Bei Fettsüchtigen, bei Menschen mit sehr hohen Hämoglobinwerten, Emphysematikern, bei Myocarditis und Hypertonie raten gewisse Autoren deshalb zur Vorsicht, weil man bei Lachgas meist mit einer gewissen Blutdruckerhöhung rechnen muß. Auch drohe Gefahr von Seiten des rechten Herzens, insofern es bei längeren Narkosen zur Ermüdungserscheinungen kommen kann. Schließlich sind nach Fohl Kontraindikationen Fälle mit eingeschränkter Atmungsfähigkeit sowohl der inneren Atmung bei Blutverlusten und Kreislaufschwäche und hochgradiger Anämie, als auch bei der äußeren Atmung bei Ausschaltung einer Lunge.

Eine gewisse Schwierigkeit erwächst der Lachgasnarkose bei Nachtoperationen unter künstlicher Beleuchtung. Nach Fohl sollte man Lachgasnarkosen möglichst bei Tageslicht vornehmen, weil eine geringe Cyanose des Ohrläppchens sowie der Haut und die Wundfarbe bei Lampenlicht nicht so leicht zu erkennen ist. Zu erwähnen

ist noch, daß Fohl vom Lachgas glaubt abraten zu müssen bei Schocks und marantischen Patienten, da hier die Lachgasnarkose die Gefährlichkeit jeder anderen Narkose besitze. Hiermit setzt er sich in Gegensatz zu Meiß, der selbst bei allen sogenannten „bead-risks" und besonders bei schockgebenden Fällen die Anwendung des Lachgases empfiehlt.

C.

Wegen der großen allgemeinen Indikation der Lachgas-Sauerstoffnarkose hat man diese Narkoseart in den amerikanischen Kliniken (z. B. Mayo, Rochester) gerade bei besonders schweren und klinisch ungünstigen Fällen in Anwendung gebracht, wobei sich freilich dann üble Zufälle nicht immer haben vermeiden lassen. Neuerdings ist man daher dazu übergegangen, eine gewisse Auswahl zu treffen und im Bedarfsfalle von der Anwendung des Aetherzusatzes Gebrauch zu machen. Durchschnittlich wird ungefähr der dritte Teil aller Fälle in reiner Lachgas-Sauerstoffnarkose zufriedenstellend durchgeführt. Darunter befand sich Morbus Basedowii, Struma, Mammaamputationen, Extremitätenoperationen, Gallenblasen, Appendizitiden, Magen, Pankreas, Lungen- und Unterleibsoperationen. In 50 Prozent aller Fälle benötigte man Aetherzusatz von etwa 5-30 ccm. Nur in 3 Prozent Fällen erwies sich nach Sudeck die Lachgas-Sauerstoff-Narkose als kontraindiziert, sodaß man zur reinen Aethertropfnarkose übergehen mußte.

In Amerika besteht seit langem bei den Lachgasnarkotiseuren der Grundsatz: „Lieber etwas Aether als Cyanose". Denn einer der größten Fehler besteht darin, daß man den Patienten cyanotisch werden läßt. Das soll nach Zaayer, Leiden, auf jeden Fall vermieden werden. Durch kleinste Aethermengen kann nach Schmidt eine Cyanose vermieden werden, ohne die Tiefe der Narkose durch größere Sauerstoffzufuhr abzuflachen. Hierin sieht Schmidt die Bestätigung der Bürgi'schen Theorie von der Kombination zweier Narkotika, die besagt, daß Narkotika derselben chemischen Gruppe mit gleichen Zellreceptoren sich addieren, mit ungleichen jedoch (N_2O plus Aether) sich potenzieren. In diesem Zusammenhang sei bemerkt, daß eine die Narkose unterstützende Wirkung in allen Fällen

durch eine gute vorbereitende Einspritzung von Skopolamin-Morphium erreicht wird. Dieses Verfahren hat sich nach Teter, Crile und Neu selbst bei größeren operativen Eingriffen bewährt.

Aether vergrößert also die Narkosenbreite und bleibt ohne schädliche Nachwirkungen, solange nur eine allzuhohe Konzentration vermieden wird. Postnarkotische Beschwerden sind nach den Erfahrungen von Meiß niemals aufgetreten. Die Bedenken von Allen, welcher meint, daß das Hinzufügen von „just a little ether" gerade die postnarkotischen Beschwerden verursache, sind daher unbegründet. Patienten, die durch eine vorherige Aethernarkose einen tiefen Widerwillen gegen Aether bekommen hatten, haben nach der von Meiß vorgenommenen Lachgas-Aethernarkose hinterher nicht gewußt, daß sie auch Aether bekommen hatten.

D.

Ein allseitig anerkannter Vorteil der Lachgas-Sauerstoff-Narkose besteht zunächst in dem weniger unangenehmen Anfang infolge der Geruchlosigkeit des Lachgases. Es verursacht keine reizende Geruchsempfindungen und zeichnet sich vor allem aus durch das Fehlen des Erstickungsgefühls, das von allen, die einmal eine Aethernarkose durchgemacht haben, so sehr gefürchtet wird. Ein weiterer Vorzug besteht in dem äußerst schnellen Erwachen, kurz nach Absperrung der Gaszufuhr auch nach langdauernden Narkosen, wobei nach dem Erwachen die psychische Depression fehlt, die sich nach der Aethernarkose so oft in erheblichem Maße zeigt. Nach Meiß war ein Patient nach 3½stündiger Narkose sofort nach dem Erwachen guter Dinge und bedankte sich noch auf dem Operationstisch beim Operateur. Schon ziemlich bald kann man anfangen, dem Kranken Nahrung zu reichen, z. B. schon nach einer halben Stunde, ein Umstand, der für den allgemeinen Heilungsverlauf nicht hoch genug bewertet werden kann.

Das Erwachen aus einer Lachgasnarkose ist nicht zu vergleichen mit dem Erwachen aus einer Aethernarkose. Die Grenze zwischen dem Wachzustand und der Narkose ist in der Tat so gering, daß manche Autoren bei Strumektomien diesen Vorteil aus-

nützen zur Prüfung des nervus recurrens, indem sie den Kranken wachwerden und phonieren lassen. Eine Rückerinnerung an diesen Vorgang wurde niemals festgestellt.

Einer der größten Vorteile resultiert aus der geringen Organgiftigkeit des Lachgasgases, das unverändert in kürzester Zeit aus dem Körper ausgeschieden wird. Dabei ist es ohne Belang, ob das Gas zu einem kürzeren oder längeren Eingriff angewendet wird. Wie Meiß auf Grund seiner klinischen Beobachtungen festgestellt hat, hat die langdauernde Lachgasnarkose ebenso wenig schädliche Folgen wie die kurzdauernde. Da sie nur Sauerstoff verdrängend und nicht wie der Aether und Chloroform lipoidlösend wirkt, hat die Lachgasnarkose keinerlei schädliche Nachwirkungen auf Gehirn, Leber, Niere, Nebenniere, Herz usw. wie Crile in seinen Untersuchungen gefunden hat. Auch die Forschungen von Meiß haben bestätigt, daß das Lachgas keine Organdegeneration noch Veränderungen des Blutbildes hervorruft, während die Zahl der postnarkotischen Pneumonien und Thrombosen geringer ist, als bei anderen Narkosen, möge die Lachgasnarkose auch von noch so langer Dauer gewesen sein. Ebenso berichten Fox, Coborn und Gatch, An dieser Stelle sei ein interessantes Tierexperiment von Claude Lyons angeführt. Er hielt einen Hund 3 mal 24 Stunden hintereinander unter Lachgasnarkose; eine viertel Stunde nach Beendigung der Narkose biß das Tier schon wieder von sich ab. Ein eklatanter Beweis dafür, wie schnell die gasförmigen Narkotika durch die Lungen ausgeschieden werden, wozu es bei anderen Stunden und Tage bedarf! In der erstaunlichen Frische der operierten Patienten, ihrer schnellen Wiederherstellung, in dem meist fehlenden Erbrechen und den vielleicht selteneren postoperativen Komplikationen findet es klinisch seinen Ausdruck, daß die toxische Wirkung des Lachgases denkbar gering ist.

Für alle Beteiligten ist es ferner ein angenehmes Gefühl, daß N_2O nicht feuergefährlich und explosibel ist, zumal wenn es sich um eine Operation mit Verwendung des Thermokauters handelt.

Für den oft in der Literatur wiederkehrenden Hinweis auf den Nachteil verminderter Blutgerinnung und die dementsprechende Gefahr postoperativer Hämatome ist bisher kaum ein bestätigender Beweis erbracht. Nach Meiß findet man bei der Lachgasnarkose größere Blutungen nur bei den asphyktischen Zuständen und zwar durch die mit der Asphyxie zusammengehende Blutdruckerhöhung. Vereinzelt wird auch von eigenartigen tetanischen Krämpfen berichtet, die man in der Lachgasnarkose beobachtet haben will. Mc. Kesson gibt an, daß im vierten Stadium der Lachgasnarkose klonische Zuckungen bis zum Tetanus vorkommen und Healy hat bei N_2O-Narkosen status epilepticus beobachtet. Nach Fleischmann sind

diese Zustände auf die forzierten Atembewegungen infolge Ueberlüftung zurückzuführen und kommen um so leichter zustande, je schwächer bei der Lachgasnarkose, das der Muskelhypertonie entgegenwirkende Moment der Muskelerschlaffung in Erscheinung tritt. Ebenso kann die durch Lachgas bewirkte Sauerstoffverarmung des Blutes eine Jonenverschiebung verursachen, die wiederum die Krampfbereitschaft erhöht. Fleischmann erwähnt, daß Tetanieanfälle nach Hyperventilation experimentell mehrmals erzeugt wurden.

Ein beachtenswerter ernster Nachteil bildet schließlich die Gefahr der Cyanose verbunden mit Asphyxie. Nach der Ansicht von Meiß ist diese Cyanose zwar ein Fehler, doch stellt sie keine große Gefahr für den Patienten dar, wenn sie nur schnell bekämpft wird. Sie ist für den an Aether- und Chloroform-Narkose gewöhnten Chirurgen außerordentlich beunruhigend, entsteht jedoch in Gegensatz zu der Aether- und Chloroformcyanose, die auf eine Intoxikation des zentralen Nervensystems zurückzuführen sind, durch einen Mangel an Sauerstoff im Blute. Conningham nennt diese Form der Cyanose dieselbe, wie man sie auch bei Tussis quinta sehen kann. Auf jeden Fall birgt aber die bleibende Cyanose eine große Gefahr in sich, da sie zum Atemstillstand führen kann. Wenn Teter behauptet, daß die Cyanose nicht schädlich sei, so ist doch wohl nach den bisherigen Erfahrungen der Praxis der gegensätzlichen Auffassung von Boothby zuzustimmen. Selbst eine leichte Cyanose, ein graublauer Flaum, wie man ihn auch gelegentlich bei Badenden sieht und wie es in der Lachgasnarkose als das sogenannte „dusky“ Aussehen vorkommt, ist als vollständlich verwerflich zu vermeiden. Die Lachgasnarkose verlangt daher von dem Arzt die aufmerksamste Beobachtung der Gesichtsfarbe des Patienten. Nach Cotton muß daher immer soviel Sauerstoff zugeführt werden, daß die Gesichtsfarbe rosa bleibt. Zwar ist ein Leitfaden wieviel Sauerstoff ein jeglicher Patient nötig hat, nicht gegeben. Die Menge ist absolut individuell. Die amerikanischen Angaben wechseln bis zu 5 und 10 Prozent Sauerstoff.

Nach einem Rückblick auf die bisherigen Ausführungen kann zunächst festgestellt werden, daß das Lachgas mit Rücksicht auf seine Leistungsfähigkeit, den genannten aliphatischen Narkosemitteln bei weitem überlegen ist. Wie die amerikanischen Autoren bestätigen, kann das Lachgas in Verbindung mit Sauerstoff und Aether auch bei größeren Eingriffen noch in den Fällen angewandt werden, wo sich Chloroform, Aether oder Chloraethyl ohne weiteres verbieten. Die Lipoidunlöslichkeit kennzeichnet eben das Stickoxydul als wesensverschieden von den Aliphatika und bedingt in erster Linie seine charakteristische Unschädlichkeit für den menschlichen Organismus. Wenn auch die aliphatische Narkose ein reversibler Vorgang ist, so muß dabei doch stets eine organisch-toxische Veränderung der

Lecithinkomponente zugegeben werden, möge diese nun ursächliche oder nebensächliche Bedeutung für die narkotisierte Zelle haben, während nach den neuesten Forschungsergebnissen für den Angriffspunkt der fettunlöslichen Gase der Funktionskomplex der Zellen allein in Betracht kommt. Dafür dürften die organischen Schädigungen, welche die Aliphatika häufig an den parenchymatösen Organen setzen, als Maßstab dienen. Es waren vor allem die postoperativen Lungenkomplikationen bezw. die unmittelbaren Narkosefolgen neben der toxischen Gefahrenquote der Aliphatika, welche die Ursache für das Bedürfnis der Chirurgen nach anderen Narkosemitteln bildeten. Denn praktisch spielen ja die Gefahren und Organschädigungen beruhend auf Intoxikationen, nicht im entferntesten die Rolle, die ihre theoretische Grundlage ihnen offen läßt, wie die großen Zahlen komplikationsloser Narkosen mit diesen Mitteln beweisen.

Nun stimmen zwar sämtliche ausländischen Berichte über die Lachgasnarkose darin überein, daß organisch-toxische Veränderungen, bezw. eigentliche Spätschädigungen mit Sicherheit nie beobachtet wurden. Doch wird auch von diesen ein Nachteil nicht verkannt, nämlich die häufig auftretende Cyanose. Wenn zwar manche Autoren die von der Cyanose drohende Gefahr eigenartiger Weise zu unterschätzen scheinen, so muß doch im Gegensatz zu ihnen gerade die Cyanose, vor allem die länger dauernde, für den unglücklichen Ausgang mancher Lachgasnarkosen verantwortlich gemacht werden. Da die Cyanose in jedem Falle auf eine ungenügende Versorgung des Blutes mit Sauerstoff beruht, so ist diese Gefahr mithin immer auf einen technischen Fehler des Operateurs zurückzuführen und zwar hinsichtlich der Dosierung und Regulierung der Gaszufuhr.

Es soll nicht verkannt werden, daß die so sehr flüchtigen Gasnarkotika allen anderen in der Dosierbarkeit weit überlegen sind, da sie eine absolute und exakte prozentuale Zuteilung erlauben. Die Blutkonzentration stellt sich in wenigen Atemzügen auf die zugeführte Gaskonzentration und ihre Aenderungen ein und man vermag in jedem Augenblicke der Gasnarkose zu sagen, wie hoch beide sind. Daran gemessen ist selbst die Dosierung und Regulierung der Aethernarkose sehr roh. Diese Tatsache hat zu der anerkannt praktischen Wendigkeit der Lachgasnarkose geführt, wozu auch die rasche, fast momentane Beseitigung eventueller Ueberdosierung zu rechnen ist. Für die durch obige Tatsachen dokumentierte theoretische Ungefährlichkeit ist jedoch die Praxis bisher der Beweis schuldig geblieben.

Wenn auch viele amerikanische Chirurgen und ausländische Zahnärzte von allen Narkosen der Stickoxydulnarkose den Vorzug geben wollen im Hinblick auf die Leichtigkeit mit der das Lachgas

von den Patienten vertragen wird, so muß dazu bemerkt werden, daß doch von vielen Seiten ungenügende Erfolge zugegeben werden. Auch wird anerkannt, daß die Lachgasnarkose noch längst nicht die Universalnarkose ist. Wenn von mancher Seite behauptet wird, die Lachgasnarkose habe ihre Ungefährlichkeit durch Millionenstatistiken in den letzten 20 Jahren bewiesen, so muß dem gegenüber die scharfe Kritik, welche Baldwin und andere an der Lachgasnarkose üben, gewisses Bedenken erregen. Baldwin bezweifelt die Richtigkeit der im amerikanischen Schrifttum zu findenden Angaben, welche auf eine Million N_2O-Narkosen einen Todesfall rechnen und erkennt als einzigste bisher vorliegend exakte Statistik diejenige von Gatch an, die einen Todesfall auf schon 833 Lachgasnarkosen angibt. Insgesamt berechnet er die Lachgasnarkosentodesfälle in den letzten 10 Jahren auf nahezu 1000, wobei er seine Schätzung auf die Angaben des gerade in Narkosesachen als kompetent geltenden Amerikaners Gwathmey stützt. Wenn auch dieses harte Urteil einigermaßen abgeschwächt erscheint durch die günstigen Statistiken großer amerikanischer Kliniken aus dem Jahre 1925 (Mayo, Lahey), die über zehntausende erfolgreicher Lachgasnarkosen berichten, so muß doch zugegeben werden, daß das Bild, welches die ausländische, dieser Arbeit zugrundeliegende Literatur von der Lachgasnarkose entwirft, längst nicht das einer Idealnarkose zu nennen ist. Kann schon ein Narkotikum, welches wichtige Teile des Organismus lähmen soll, kaum ungefährlich sein, so spielt hier noch ein weiteres Moment eine wichtige Rolle, nämlich die Technik der Darreichung. Nach Meiß verlangt eben die Lachgasnarkose vom Arzt, der sie anwenden will, ein vorhergehendes gründliches, theoretisches und praktisches Studium ihrer Technik. Hier sei die Warnung von Teter wiederholt: „so many men think all they have to do, is to get the aparatus and then they can use nitrous oxyd". Abgesehen davon, daß man bei der Lachgasnarkose eben um eine Individualisierung nicht herum kommt und daher,, wie oben dargetan, eine gewisse Indikationsstellung stets zu verlangen ist, hängt auch die Narkoseleistungsfähigkeit zum großen Teil von der Narkosentechnik, d. h. Apparatetechnik ab. Damit ist aber stets ein gewisses Gefahrenmoment vorhanden, welches ohne Bedenken nicht außer acht gelassen werden darf. Nach den Erfahrungen der ausländischen chirurgischen und zahnärztlichen Praxis ist es zwar richtig, daß die moderne Lachgasnarkose in den Händen eines auf der Höhe seiner Aufgabe stehenden Narkotiseurs nur selten die direkte Ursache für einen tödlichen Ausgang werden wird. Immerhin ist jedoch im Hinblick auf die verhältnismäßig komplizierte Apparatur, besonders der amerikanischen, und die von allen Autoren anerkannte, stets vorhandene Gefahr der Asphyxie die Mahnung berechtigt, auch in dem verhältnismäßig ungefährlichsten Narkoticum eben doch kein absolut ungefährliches zu sehen. Her-

vorzuheben ist zum Schlusse: Die Lachgasnarkose ist zwar noch keine Universalnarkose, aber sie kann unbedenklich als eine Bereicherung für Chirurgie und zahnärztliche Praxis bezeichnet werden, denn sie tritt überall dort ein, wo man mit den bisherigen Narkosemitteln nur ungern arbeitete. Betriebssichere Apparate und Operateure, die mit der Narkosetechnik durchaus vertraut sind, müssen in jedem Falle als erste Vorbedingung verlangt werden. Unter diesem Gesichtspunkte wäre daher eine Wiedereinführung der Lachgasnarkose auch in Deutschland als eine wertvolle Bereicherung der Narkosenpraxis durchaus zu befürworten.

Literatur.

Adrion, Ein kritischer Rückblick über die Eindrücke auf der Kongreßreise. Dtsch. Zahn. Wochenschr. 1927. Nr. 17.
Archiv für klin. Chirurgie, Bd. 148 (1927) S. 112 ff.
Bert P., Gaz. med. de Paris, 1878, 1879.
Bevan, Journal of the Americ. med. assoc. 1911, S. 1821.
Bonney Th. C., Aberdeen, Journ. of the Americ. Dental Assoc. 1927, 3.
v. Brunn, Die Allgemeinnarkose, Stuttgart 1913.
Crile, Southern med. Journ. 1910, Jan., S. 20.
Christiansen, The Pacific Dental Gazette 1926 Vol. 34. Nr. 3.
Desmarest, La Presse medicale 1926, Nr. 30.
Fohl, Leipzig, Ueber Vereinfachung der Technik bei der Lachgasnarkose und deren Indikation. Zentralbl. f. Chir. 55. Jhrg. Nr. 12. 1928.
Gatch, Nitrous oxid-oxygen. Journ. of the Americ. med. assoc. 1910.
Harms H., The American Dental Surgeon 1927, Nr. 6.
Hauberisser Edwin, „Narkose“ in Misch., Fortschritte der Zahnheilkunde. Bd. 1, S. 34 ff.
Healy, Brit. Med. Journal 1926 (zit. Zahn. Rundschau 1928, Nr. 16).
Hermann L., Berlin. klin. Wochenschr. 1866, Nr. 11.
Hermann L., Lehrbuch d. exper. Toxikologie, Berlin 1874, S. 244.
Mc. Kesson, Milit. Surgeon Bd. 58 (zit. Zahn.Rundsch. 1928, Nr. 16)
Mc. Kesson, Das Wesentliche der Stickoxydul-Sauerstoffnarkose. Journ. of Amer. Dent. Ass. 1926. Nr. 14, Nr. 4.
Klemke Dr. W., „Ueber Lachgasnarkose“. Dtsch. Zeitschr. f. Chir. Bd. 206, 1927.
Korndörfer Otto, Med. Diss. 1919, Marburg.
Kulenkampf, Ueber Chloräthylrausch u. Narkose, Mü. med. Woch. 1912, Nr. 170.
Lengemann, Beitr. zur klin. Chirurgie, Bd. 27, Heft 3, S. 805 ff.
Lotheissen, „Zur Statistik der Aethylchloridnarkose“, Zentralblatt für Chirurgie, 1903, S. 522.
Meis W. C., De Lachgasnarcose in de Heelkunde, den Haag 1926.
Meis W. C., Ueber Stickoxydulnarkose, Dtsch. Zeitschr. f. Chir., Bd. 195.
Madelung, Archiv f. exp. Pathologie u. Pharm. 62/409, 1910.
Medizin. Welt 1928. 2. Jhrg. Nr. 8 (zit. Zahn. Rundschau. 1928, Nr. 16).
Martin, Ref. Zentralbl. f. Chir. 1912, S. 477.
Meyer u. Gottlieb, Experim. Pharmakologie 1921
Merritt A. H., Die Entdecker der Anästhesie, Dental Cosmos 1927. Heft 1.
Müller Dr. J. M., Nürnberg, Die Lachgasnarkose in der Zahnheilkunde.
Nagel August, Med. Diss. 1907, Würzburg.
Neu, Ein Verfahren zur Stickoxydulnarkose. Münch. med. Woch. 1910, Nr. 36.
Seldin, Anesthesia an analgesia 1926, 5.
Sudeck, Hamburg, Mitteilung zur Frage der Lachgasnarkose, Zentralbl. für Chirurgie 1927, Nr. 15, S. 928 ff.
Sudeck u. Schmidt, „Ein neues Modell eines möglichst druckkonstanten Ueberdruckapparates. Dtsch. Zeit. f. Chirurgie 197.
Schmidt Dr. Helmut, Zur Apparatefrage bei der Lachgasnarkose, Münch. med. Wochenschr. 1926, Nr. 53.
Straßmann, Virchows Archiv Bd. 115. 1. Heft, S. 1 ff.
Traube J., Theorie der Narkose (Dtsch. zahn. Zeitg. 1913, Nr. 47).
Teter, Journ of the Amer. med. Assoc. Bd. 53, S. 448.
Winter Leo, A Textbook of Exodontia, Ref. Dr. Balters, Bonn, Dt. zahn. Wo. 1927, Nr. 13.
Wieland Hermann, Ueber den Wirkungsmechanismus betäubender Gase . . . Archiv f. exp. Pathologie 1922. 92.
Zuntz u. Goldstein, Pflügers Archiv Bd. 17.
Zentralblatt f. Chirurgie 1898, S. 1109.

Lebenslauf.

Ich, Karl Albert Krause, bin geboren am 11. Mai 1890 zu Iserlohn i. W., als Sohn des Kaufmanns Ernst Krause und seiner Ehefrau Karoline geb. Holwe. Nach bestandener Reifeprüfung an der Oberrealschule zu Barmen Ostern 1909, studierte ich die Rechte an den Universitäten: Berlin, Kiel und Bonn a. Rh. und bestand im August 1914 am Oberlandesgericht Köln die Referendarprüfung. Vom März 1915 bis Dezember 1918 war ich Kriegsteilnehmer und trat nach dem Kriege in den juristischen Vorbereitungsdienste bis zum Jahre 1924. Im März 1921 erlangte ich die juristische Doktorwürde an der Universität Greifswald. Das zahnärztliche Studium absolvierte ich ab Herbst 1925 an den Universitäten: Frankfurt und Heidelberg, bestand im März 1927 in Heidelberg die zahnärztliche Vorprüfung und erhielt die Zahnärztliche Approbation im Dezember 1928.

Dr. A. Krause.